

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-160499

(43)Date of publication of application : 20.06.1990

(51)Int.Cl.

B25J 19/02

B25J 13/08

G01B 5/00

G01B 5/20

G01B 21/00

(21)Application number : 63-313515

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 12.12.1988

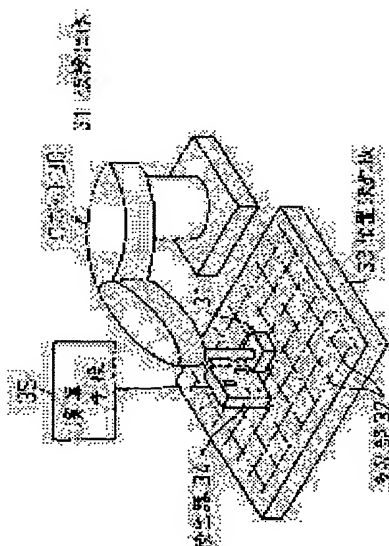
(72)Inventor : MIYAZAWA AKIHIKO

## (54) MEASURING DEVICE FOR ROBOT DATA

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To measure the robot data showing a misregistration amt. with high accuracy and efficiently by providing an arithmetic means calculating the robot data on the slippage of the positional coordinate of the body to be detected and the original positional coordinate by input data based on the output detecting signal of the detector detecting the relative positional coordinates to one face of the body to be detected.

**CONSTITUTION:** The body 31 to be detected is of hexahedronal shape and moved with the movable part of a robot 30. On the other hand, a positioning plate 33 is fixed to a preset relative position to the robot 30. A detector 34 is fixed to the optional hole of the porous part 32 of this positioning plate 33, opposed by being separated to one face of the body 31 to be detected and detects the relative positional coordinate to one face of the body 31 to be detected. Then, an arithmetic means 35 calculates the robot data concerning the slippage of the positional coordinate of the body to be detected and the original positional coordinate by the input data based on the output detection signal of this detector 34.



## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-160499

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成2年(1990)6月20日

B 25 J 19/02  
13/08  
G 01 B 5/00  
5/20  
21/00

1 0 1

Z  
P  
A  
A

7828-3F  
7828-3F  
8605-2F  
8605-2F  
7907-2F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑭発明の名称 ロボットデータの測定装置

⑯特 願 昭63-313515

⑰出 願 昭63(1988)12月12日

⑱発 明 者 宮 澤 秋 彦 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑲出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑳代 理 人 弁理士 伊東 忠彦 外2名

## 明 細 書

よりなることを特徴とするロボットデータの測定装置。

## 1. 発明の名称

ロボットデータの測定装置

## 3. 発明の詳細な説明

## 2. 特許請求の範囲

ロボット(30)の可動部と共に移動するように設けられた六面体形状の被検出体(31)と、規則的に配列された多数の孔からなる多孔部(32)が形成されており、ロボット(30)に対して予め定められた相対位置に固定される位置決め板(33)と、

該多孔部(32)の任意の孔に固定されて前記被検出体(31)の一面に離間対向せしめられ、該被検出体(31)の一面との相対位置座標を検出する検出器(34)と、

該検出器(34)の出力検出信号に基づいて前記被検出体(31)の位置座標と入力データによる本来の位置座標とのずれに関するロボットデータを算出する演算手段(35)と、

## (概要)

ロボットの位置データのずれやロボット間の相対位置関係を測定するロボットデータの測定装置に関し、

種々のロボットに対して位置測定を安価な構成で効率的に行なうことを目的とし、

ロボットの可動部と共に移動するように設けられた六面体形状の被検出体と、規則的に配列された多数の孔からなる多孔部が形成されており、ロボットに対して予め定められた相対位置に固定される位置決め板と、該多孔部の任意の孔に固定されて前記被検出体の一面に離間対向せしめられ、該被検出体の一面との相対位置座標を検出する検出器と、該検出器の出力検出信号に基づいて前記被検出体の位置座標と入力データによる本来の位

置座標とのずれに関するロボットデータを算出する演算手段とより構成する。

(産業上の利用分野)

本発明はロボットデータの測定装置に係り、特にロボットの位置データのずれやロボット間の相対位置関係を測定するロボットデータの測定装置に関する。

ロボットは予め決められたロボットデータに基づき動作するが、何等かの原因で位置ずれが生じた場合は、その位置ずれを測定して位置データを補正する必要がある。また、ロボット間でロボットデータの効率的使い方を図るため、ロボット間の相対位置関係を測定する必要がある。

このような位置データやロボット間の相対位置関係に関するデータ(これらを総称してロボットデータという)の測定に際しては、安価な構成により高精度で効率良く測定できるロボットデータの測定装置が必要とされる。

り、予め作られたロボットデータに位置ずれが生じ、正常の動作ができなくなる場合がある。

この場合、再度初期データを測定したときと同一位置に位置決め板14を置き、また検出板13を腕部12に把持させて、初期データ測定時と同様な方法でX、Y及びZの各軸方向の夫々について再度位置データを測定し、その測定位置データと初期データとの差分を算出する。この差分は位置ずれ量であり、これをオフセット量として位置データに加算又は減算することにより、ロボット11はもとの入力データに基づいて位置ずれの補正された所期の動作を行なうことができる。

第10図は従来のロボットデータの測定装置の他の例の構成図で、同図中、第9図と同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。この従来装置においては、腕部12にテレビカメラ18を把持させる一方、測定用パレットを使って位置決め板19を、初期データとしてロボット座標系に位置決めしたときと同一の位置に置く。

位置決め板19には予め所定位置に穴などのマ

(従来の技術)

第9図は従来のロボットデータの測定装置の一例の構成図を示す。同図中、11はロボットで、その腕部12が平面上に移動自在に構成されており、腕部12の先端には検出板13が把持されている。ロボット11は所定位置に固定されている。

また、14は位置決め板で、ダイヤルゲージ15を搭載した検出器16が固定されている。位置決め板14は最初に初期データとしてロボット座標系に位置決めを行なうためのものである。すなわち、検出板13を検出器16に接触させ、そのときにダイヤルゲージ15で測定された値をX方向の位置データとして記憶させる。同様に、それぞれ直交した座標系Y方向、Z方向についても位置データを測定し記憶する。その後位置決め板14や検出板13を取り除きロボット11は、予め作られたロボットデータに基づいて、動作する。

しかし、腕部12を交替した場合とかロボット11に何かが衝突した場合など何等かの原因によ

一カ20が設けられており、これをテレビカメラ18で撮像する。この撮像出力信号は視覚装置21で画像処理された後、制御装置22に供給され位置データとなる。ここで、初期データではマーカ20の中心位置を示す位置データと同じ位置データを制御装置22から与え、そのときの腕部12の位置ずれに応じてテレビカメラ18がマーカ20の中心位置からずれた位置を撮像することになるから、このときに得られた測定位置データと前記初期データとの差分がゼロになるようにロボット11を制御することにより、位置ずれの補正ができる。

また、多数の同一型ロボットに同一作業を行なわせる場合、基準となるマスタロボットに対する各ロボット間の相対位置関係についても、同様な方法を用いることでマスタロボットに対する各ロボットの位置関係を知ることができる。

(発明が解決しようとする課題)

しかるに、第9図に示した従来装置は、測定範

図が狭く、また $x$ 、 $y$ 及び $z$ の各方向について測定しなければならないので、作業が面倒で、かつ、位置データの把握が大変であり、更にロボット座標系と測定装置座標系との間に回転成分が発生するような位置ずれの場合は、更に複雑な計算が必要であるという問題があった。一方、位置ずれをデータとして測定できないと全ポイントデータを再度、ティーチングする必要があり、これも多大な工数を必要とする。

また、第10図に示した従来装置は、テレビカメラ18を用いて位置ずれや各ロボットの相対位置関係をオンライン上で処理し対応する方法であるが、高価であるという欠点があった。

本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、種々のロボットに対して位置測定を安価な構成で効率的に行なうことができるロボットデータの測定装置を提供することを目的とする。

#### (課題を解決するための手段)

第1図は本発明の原理構成図を示す。図中、

ここで、検出器34の表面34aに例えば第3図に示す如く3つのセンサ37-1、37-2及び37-3が配置されているものとし、またこれらのセンサ37-1、37-2及び37-3に相対向する被検出体31の一面31a上の位置を $p_1$ 、 $p_2$ 及び $p_3$ としたとき、 $p_1$ を中心とするベクトル式は次の如くなる。

$$\overline{p_{21}} = \overline{p_2} - \overline{p_1} = (x_2 - x_1) \overline{i} + (y_2 - y_1) \overline{j} + (z_2 - z_1) \overline{k}$$

$$\overline{p_{31}} = \overline{p_3} - \overline{p_1} = (x_3 - x_1) \overline{i} + (y_3 - y_1) \overline{j} + (z_3 - z_1) \overline{k}$$

ただし、上式中、 $p_1$ の座標は $(x_1, y_1, z_1)$ 、 $p_2$ の座標は $(x_2, y_2, z_2)$ 、 $p_3$ の座標は $(x_3, y_3, z_3)$ である。

ここで、 $p_1$ を中心とする $\overline{p_{21}}$ 、 $\overline{p_{31}}$ のベクトル外積を $\overline{Q_x}$ とすると、

$$\overline{Q_x} = \overline{p_{21}} \times \overline{p_{31}} = a_1 \overline{i} + a_2 \overline{j} + a_3 \overline{k} \quad (1)$$

となる。ただし、

30はロボット、31は被検出体、32は多孔部、33は位置決め板、34は検出器、35は演算手段である。被検出体31は六面体形状で、ロボット30の可動部と共に移動する。

位置決め板33はロボット30に対して予め定められた相対位置に固定される。検出器34は多孔部32の任意の孔に固定されて被検出体31の一面に離間対向せしめられ、被検出体31の一面との相対位置座標を検出する。

演算手段35は検出器34の出力検出信号に基づいてロボットデータを算出する。

#### (作用)

検出器34は被検出体31の位置座標を検出するために、第2図に示す如く被検出体31の3つの面に対する相対位置座標を検出する。第2図中、34a、34b及び34cは夫々検出器34を互いに直交する3つの位置に順次配置したときの検出器表面を示しており、これらの交点Oを検出器34によるXYZ座標系の原点とする。

$$\begin{cases} a_1 = (y_2 - y_1)(z_3 - z_1) \\ \quad - (z_2 - z_1)(y_3 - y_1) \\ a_2 = (z_2 - z_1)(x_3 - x_1) \\ \quad - (x_2 - x_1)(z_3 - z_1) \\ a_3 = (x_2 - x_1)(y_3 - y_1) \\ \quad - (y_2 - y_1)(x_3 - x_1) \end{cases}$$

ベクトル外積 $\overline{Q_x}$ は $p_1$ 、 $p_2$ 及び $p_3$ の3点を含む平面、すなわち第3図の被検出体面31aに垂直となるベクトルである。

同様に、第4図に示す如く、検出器34の表面34bの3つのセンサに相対向する被検出体面31b上の位置を $p_4$ 、 $p_5$ 及び $p_6$ とし、検出器34の表面34cの3つのセンサに相対向する被検出体面31c上の位置を $p_7$ 、 $p_8$ 及び $p_9$ とすると、 $p_4$ を中心とするベクトル外積 $\overline{Q_y}$ と $p_7$ を中心とするベクトル外積 $\overline{Q_z}$ とは夫々次式で示す如くなる。

$$\overline{Q_y} = \overline{p_{54}} \times \overline{p_{64}} = b_1 \overline{i} + b_2 \overline{j} + b_3 \overline{k} \quad (2)$$

$$\overline{Q_z} = \overline{p_{87}} \times \overline{p_{97}} = c_1 \overline{i} + c_2 \overline{j} + c_3 \overline{k} \quad (3)$$

被検出体面31aとベクトル外積 $\overline{Q_x}$ と垂直関

係であり、かつ、 $p_1(x_1, y_1, z_1)$ を通る被検出体面31aの平面方程式は

$$a_1 X + a_2 Y + a_3 Z = a_1 x_1 + a_2 y_1 + a_3 z_1 = a_4 \quad (4)$$

となる。同様にして残りの2平面31b、31cについても同様に、 $p_4(x_4, y_4, z_4)$ を通る平面31bの平面方程式は

$$b_1 X + b_2 Y + b_3 Z = b_1 x_4 + b_2 y_4 + b_3 z_4 = b_4 \quad (5)$$

$p_7(x_7, y_7, z_7)$ を通る平面31cの平面方程式は

$$c_1 X + c_2 Y + c_3 Z = c_1 x_7 + c_2 y_7 + c_3 z_7 = c_4 \quad (6)$$

となる。

被検出体31は相隣る平面が直角な六面体であるから、上記の3平面31a、31b及び31cは互いに直交し、それらの交点(第4図に38で示す)が被検出体31の原点であり、この原点の位置は次の3元連立方程式の解 $x, y, z$ となる。

$$z = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_4 \\ b_1 & b_2 & b_4 \\ c_1 & c_2 & c_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}} \quad (7)$$

(7)式～(9)式中の $a_1 \sim a_4, b_1 \sim b_4$ 及び $c_1 \sim c_4$ は $p_i(x, y, z)$ (ただし、 $i = 1 \sim 9$ )を知ることによって求められるから、 $p_i(x, y, z)$ を検出し、これを演算手段35へ供給することで検出器座標系 $(x, y, z)$ における被検出体31の原点位置を知ることができる。

ここで、非検出体31上の位置座標、 $x, y, z$ のうち、 $x_1, x_2, x_3, y_4, y_5, y_6, z_7, z_8, z_9$ は検出器34の検出力データ(変数)、 $y_1, z_1, y_2, z_2, y_3, z_3, x_4, z_4, x_5, z_5, x_6, z_6, x_7, y_7, x_8, y_8, x_9$ 及び $y_9$ は検出器34上の既知のデータ(定数)と同様な値である。かか

$$x = \frac{\begin{vmatrix} a_4 & a_2 & a_3 \\ b_4 & b_2 & b_3 \\ c_4 & c_1 & c_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}} \quad (7)$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & a_4 & a_3 \\ b_1 & b_4 & b_3 \\ c_1 & c_4 & c_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}} \quad (8)$$

る演算をロボット30の初期設定時と、再測定時とで行ない、 $x, y, z$ の差分より位置ずれのデータ $\delta x, \delta y$ 及び $\delta z$ を演算手段35で求めることができる。

また、一般に次式

$$d_1 X + d_2 Y + d_3 Z + d_4 = 0$$

で表わされる第1の平面と、次式

$$e_1 X + e_2 Y + e_3 Z + e_4 = 0$$

で表わされる第2の平面とがなす交差角度 $\theta$ は一般に次式で表わされる。

$$\cos \theta = \frac{d_1 \cdot e_1 + d_2 \cdot e_2 + d_3 \cdot e_3}{\sqrt{(d_1^2 + d_2^2 + d_3^2) \cdot (e_1^2 + e_2^2 + e_3^2)}} \quad (10)$$

そこで、被検出体面31a～31cと前記検出器座標系 $(X, Y, Z)$ の $X=0, Y=0, Z=0$ の平面との交差角度を(10)式に基づいて算出することにより、検出器座標系 $(x, y, z)$ における被検出体面31a～31cの交差角度を求めることができる。

また、被検出体31の検出器34に対向する表面31aが、第7図(A)に示す如く $Y=0$ 面との間で交差する交差角度 $\beta_1$ は前記(10)式に $d_1=a_1$ 、 $d_2=a_2$ 、 $d_3=a_3$ 、 $d_4=a_4$ 、 $e_1=e_3=e_4=0$ 、 $e_2=1$ を代入することにより

$$\cos \beta_1 = a_2 / a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 \quad (11)$$

として得られ、また $Z=0$ 面との交差角度 $\gamma_1$ は $e_1=e_3=e_4=0$ 、 $e_2=1$ を(10)式に代入して

$$\cos \gamma_1 = a_3 / a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 \quad (12)$$

として得られる。

同様にして、被検出体31の表面31bが、第7図(B)に示す如く $X=0$ 面となす交差角度 $\alpha_1$ 及び $Z=0$ 面となす交差角度 $\gamma_2$ は次の(13)式、(14)式により表わされ、また被検出体31の表面31cが、第7図(C)に示す如く $X=0$ 面となす交差角度 $\alpha_2$ 及び $Y=0$ 面となす交差角度

$\beta_2$ は次の(15)式、(16)式により表わされる。

$$\cos \alpha_1 = b_1 / (b_1^2 + b_2^2 + b_3^2) \quad (13)$$

$$\cos \gamma_2 = b_3 / (b_1^2 + b_2^2 + b_3^2) \quad (14)$$

$$\cos \alpha_2 = c_1 / (c_1^2 + c_2^2 + c_3^2) \quad (15)$$

$$\cos \beta_2 = c_2 / (c_1^2 + c_2^2 + c_3^2) \quad (16)$$

ただし、(11)式～(16)式中、 $\cos \alpha_1 = \cos (\alpha_2 + (\pi/2))$ 、 $\cos \beta_1 = \cos (\beta_2 + (\pi/2))$ 、 $\cos \gamma_1 = \cos (\gamma_2 + (\pi/2))$ である。

以上の各データによりロボット30の位置データを求め本来の位置データとのずれを示すロボットデータの測定ができ、またマスターロボットに対する各ロボットの相対位置関係を知ることができる。

#### (実施例)

第5図は本発明の一実施例の構成図を示す。同図中、第1図と同一構成部分には同一符号を付してある。第5図において、ロボット30の腕部40の先端には軸41を介して立方体形状の被検

出体42が固定されている。軸41は腕部40に対して着脱自在に構成されており、ロボットデータ測定時のみ図示の如く取付けられる。

また、43、44及び45は夫々検出器で前記検出器34に相当する。また、46は前記演算手段35に相当する計算機である。検出器43、44及び45は夫々同一構成で、第6図に示す如く、その表面に3つの超音波変位センサ50<sub>1</sub>、50<sub>2</sub>及び50<sub>3</sub>が配設されている。

また検出器43の一側面には、前記多孔部32の任意の孔に嵌合する大きさの径とピッチを有する突起部51<sub>1</sub>及び51<sub>2</sub>が設けられている(検出器44、45も同様)。なお、第6図では見えないが、検出器43(44、45)の背面(超音波センサ50<sub>1</sub>～50<sub>3</sub>が設けられた面と反対側の面)にも多孔部32中の孔と嵌合するための突起部が設けられている。

このように検出器43～45はモジュール型とされ、超音波変位センサ50<sub>1</sub>～50<sub>3</sub>が被検出体面42aに対向するように、位置決め板33上

の多孔部32の中の任意の孔に突起部51<sub>1</sub>、51<sub>2</sub>が嵌合されることにより、組み合わせて固定される。

第5図に示す実施例の場合は、検出器43～45が交差した線分をXYZ座標系とし、交点を原点とするXYZ座標において、検出器43は $X=0$ 、検出器44は $Y=0$ 、検出器45は $Z=0$ の座標上に配置されている。

かかる構成により、第2図乃至第4図と共に説明した原理により、計算機46にて被検出体42の位置座標が演算算出される。

また、前記した6つの交差角度 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\gamma_1$ 及び $\gamma_2$ に基づいて本来の交差角度との間の差分をとることにより、回転成分の位置ずれデータ $\delta\alpha$ 、 $\delta\beta$ 、 $\delta\gamma$ を求めることができる。

本実施例によれば、モジュール型の検出器43～45及び位置決め板33を用いることにより、高価なテレビカメラを用いてオンライン上でロボットデータを測定する装置に比し安価に構成する

ことができ、またダイヤルゲージを用いた従来装置に比べ高精度に、かつ、効率良くロボットデータを測定することができる。

第8図は本発明の他の実施例の構成図を示す。同図中、第6図と同一構成部分には同一符号を付してある。本実施例は検出器43～45の超音波変位センサ面を上側にして一列に位置決め板33上、配列した点に特徴がある。

本実施例によれば、被検出体42を検出器43～45上を通過するように移動させることにより、移動の直線性や直交座標系の動作精度を測定することができる。

#### (発明の効果)

上述の如く、本発明によれば、安価な構成でロボットの本来の位置座標に対する位置ずれ量を示すロボットデータを高精度に、かつ、効率良く測定することができ、これにより、予めロボットの初期データとして各ロボットの被検出体の原点位置データを記録しておくことにより、腕部交換に

よる位置ずれが発生したときや、新規ロボットデータを作成するときに現在稼働中のロボットを停止させることなく作成ができ、ロボットラインを非常に効率良く運用することができ、更に種々のロボットに適用することができるので汎用性に富む等の特長を有するものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

- 第1図は本発明の原理構成図、
- 第2図は検出器によるXYZ座標系説明図、
- 第3図は被検出体上の座標ベクトル、
- 第4図は被検出体の位置座標データ生成説明図、
- 第5図は本発明の一実施例の構成図、
- 第6図は第5図の要部拡大斜視図、
- 第7図は交差角度の測定説明図、
- 第8図は本発明の他の実施例の構成図、
- 第9図は従来装置の一例の構成図、
- 第10図は従来装置の他の例の構成図である。

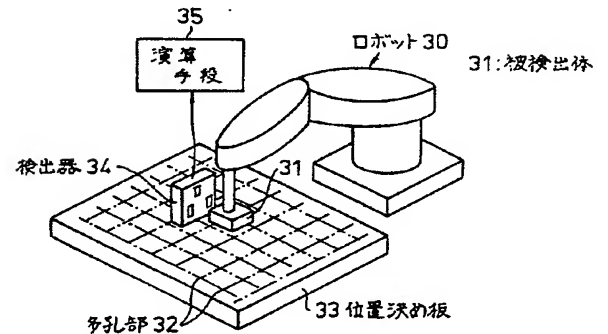
図において、  
 30はロボット、  
 31、42は被検出体、  
 32は多孔部、  
 33は位置決め板、  
 34、43～45は検出器、  
 35は演算手段を示す。

特許出願人 富士通株式会社

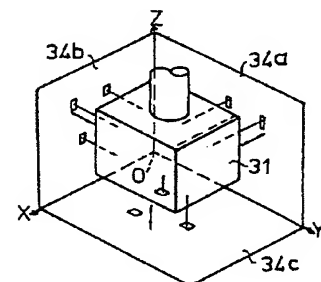
代理人 弁理士 伊東 忠彦

同 弁理士 松浦 兼行

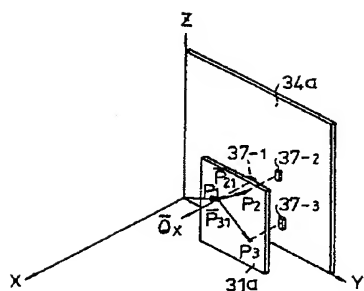
同 弁理士 片山 修平



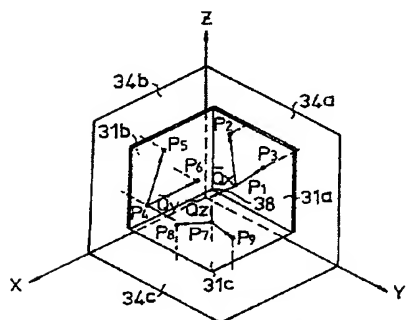
本発明の原理構成図  
第1図



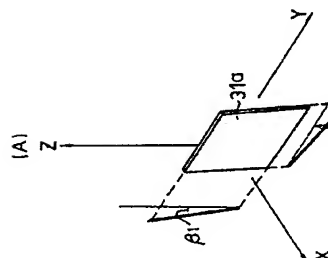
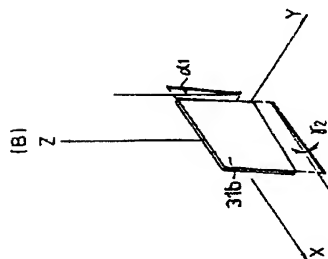
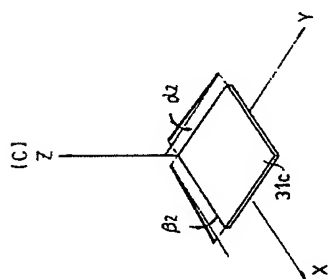
検出器によるXYZ座標系説明図  
第2図



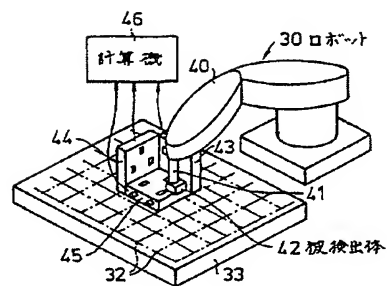
被検出体上の座標ベクトル  
第 3 図



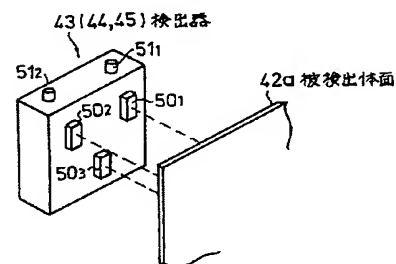
被検出体の位置座標データ生成  
説明図 第 4 図



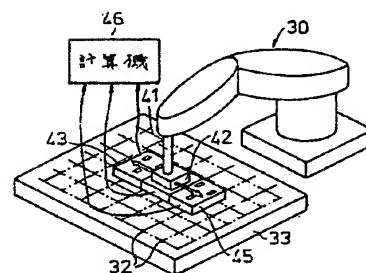
傾斜角度の測定説明図  
第 7 図



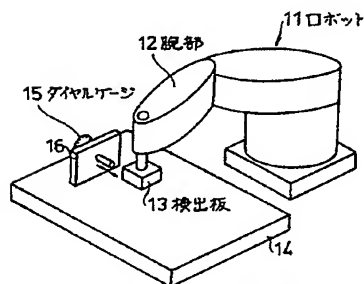
本発明の一実施例の構成図  
第 5 図



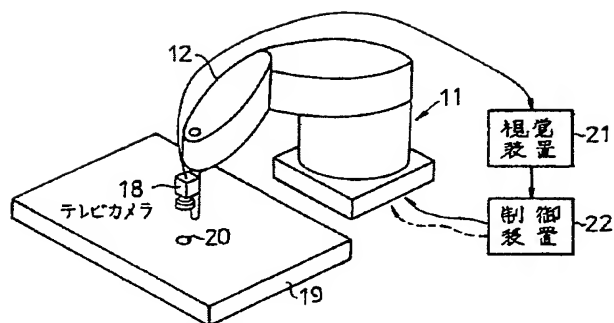
第 5 図の要部の拡大斜視図  
第 6 図



本発明の他の実施例の構成図  
第 8 図



従来装置の一例の構成図  
第 9 図



従来装置の他の例の構成図

第10図